

Alvar Aladin

# Hankesuunnittelu-, kaukolämpö- ja perussää- tösuunnitteluprosessin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

21.5.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Alvar Aladin Hankesuunnittelu-, kaukolämpö- ja perussäätösuunnitteluprosessin kehittäminen 33 sivua 21.5.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI, suunnittelupainotteinen
Ohjaajat	laatupäällikkö Nina Vallius lehtori Markku Leino
<p>Insinööritöön tarkoituksena oli tuottaa suunnitteluprosessimalleja Suomen Talokeskus Oy:n uuteen rTampuuri-projektihallintajärjestelmään. Työ sisältää hankesuunnittelu-, kaukolämpösuunnittelu- ja perussäätöprosessit. Lisäksi tarkasteltiin rTampuurin ja VR-sovelluksen toimivuutta. Tavoitteena oli tehostaa taloteknistä suunnittelua uusilla työkaluilla ja menetelmillä ja näin saavuttaa parempaa laatua hankkeissa. Työssä käsitellään korjausrakentamissuunnittelua.</p> <p>Malliprojektien kehittämiseen käytettiin Microsoft Excel -ohjelmistotyökalua. Malliprojektit syötettiin rTampuuriin, jotka muutettiin malliprojekteiksi yrityksen Ohjelmistokehitysyksikössä.</p> <p>Hankesuunnittelussa kartoitetaan kiinteistön kunto. Tilaajalle esitetään suositeltavat korjaustoimenpiteet kustannuksineen. Perussäätö perustuu kiinteistön lämmitysjärjestelmän tasapainotukseen. Syynä voi olla huonosti toimivat komponentit lämmitysverkostossa tai korkeita lämpötilaeroja eri huoneiden välillä. Kaukolämpösuunnittelussa uusitaan kiinteistön kaukolämpölaitteisto.</p> <p>Insinööritöön aikana kerättiin tietoa yrityksen kokeneemilta suunnittelijoilta. rTampuuria kokeiltiin käynnissä olevassa linjasaneeraushankkeessa. Tutkimuksen aikana kehitettiin omaa osaamista järjestelmän hallintaan sekä opittiin käsiteltyjen suunnitteluprosessien kulkua. Käyttökokemusten perusteella analysoitiin rTampuurin kehitysideoita.</p> <p>Insinööritöön lopputuloksena syntyi valmis suunnittelupohja hankesuunnittelu-, kaukolämpösuunnittelu ja perussäätöprosessien toteuttamiseen. Tulevaisuutta ajatellen tarvitaan tehokkaat työkalut suunnittelun nopeuttamiseksi ja laadun parantamiseksi. Korjausrakentamisen huippu on lähestymässä, kun 1960- ja 70-luvun rakennukset tulevat peruskorjausikään. Insinööritö oli kehitysprojekti, jonka pohjalta kehitettyjä malliprojekteja tullaan hyödyntämään tulevissa hankkeissa.</p>	
Avainsanat	suunnitteluprosessi, hankesuunnittelu, perussäätö, kaukolämpö, rTampuuri, VR

Author Title Number of Pages Date	Alvar Aladin Project Planning, System Balancing and District Heating System: Improving the Processes 33 pages 21 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Nina Vallius, Quality Manager Markku Leino, Senior Lecturer
<p>The aim of the final year project was to create planning processes for a new project management system of a consulting company. The goal was to increase the effect of building services engineering planning by using ready-made planning process layouts containing the schedule of the featured tasks. The project discussed project planning, system balancing and district heating system processes.</p> <p>The final year project started with sketching the planning processes with MS Excel, in cooperation with engineers. The processes were then transferred to the new project management system to be changed into project models.</p> <p>The project resulted with several ready-to-use model projects. The management system was piloted by engineers of the company. The pilots resulted in development suggestions, analysed in the Bachelor's thesis. Furthermore, virtual reality glasses were tested in existing projects.</p> <p>The model projects developed in the final year project are useful to the company, as they are meant to be commissioned in upcoming projects.</p>	
Keywords	planning process, project management system, virtual reality

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta ja tavoite	1
1.2	Talokeskus Yhtiöt Oy	2
1.3	Tutkimusmenetelmät	3
1.4	Työn näkökulma ja rajaukset	4
1.5	Ympäristöministeriön uusi asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista	4
2	Suunnitteluprosessin kehittäminen	5
2.1	Kulttuurimuutos	5
2.2	Uudet työkalut hankkeissa	6
2.3	Laskutus	6
2.4	Hankekohtainen viestintä	7
3	rTampuuri	7
3.1	Historia ja nykyhetki	7
3.2	Malliprojektit	8
3.3	Älykäs järjestelmä	10
3.4	Projektin perustaminen	10
3.5	Mobiilisovellus	10
3.6	Tulevaisuus	11
4	Hankesuunnittelu	12
4.1	Yleistä	12
4.2	Suunnitteluprosessin vaiheistaminen ja perustaminen rTampuuriin	12
4.3	Hankesuunnittelun kulku ja suunnittelijoiden tehtävät hankkeessa	14
4.3.1	Suunnittelun alku ja lähtötiedot	14
4.3.2	SUK1	15
4.3.3	SUK2 ja hankesuunnittelun päättäminen	16
4.4	Suunnittelijoiden roolit ja hankkeen aikataulu	16
4.5	Lopputulos	17
5	Kaukolämpölaitteiden suunnittelu	18
5.1	Kaukolämpölaitteiden uusiminen ja prosessin perustaminen rTampuuriin	18

5.2	Suunnitteluprosessin kulku ja tehtävät	19
5.2.1	Projektin alku ja lähtötiedot	19
5.2.2	Suunnittelu	20
5.2.3	Valvonta	20
5.3	Suunnittelijoiden roolit, suunnittelussa huomioitavaa ja aikataulus	20
5.4	Lopputulos	21
6	Perussäätösuunnittelu	21
6.1	Perussäätö ja prosessin perustaminen rTampuuriin	21
6.2	Perussäätöprosessin kulku ja tehtävät hankkeessa	22
6.2.1	Projektin alku ja lähtötiedot	22
6.2.2	Suunnittelu	23
6.2.3	Valvonta	23
6.3	Perussäädössä huomioitavaa	24
6.4	Suunnittelijoiden roolit ja aikataulus	25
6.5	Lopputulos	25
7	VR-sovellus	25
7.1	Suunnitelmien esittämisen kehitys	25
7.2	Kylpyhuonesuunnitelmat VR-sovellusmuotoon	27
7.3	Tavoitteet	27
8	Referenssikohteet	27
8.1	Taloyhtiö 1	27
8.1.1	Yleistä	27
8.1.2	Linjasaneeraussuunnitteluprosessin kokeilu rTampuurissa	28
8.1.3	Mobiilisovelluksen käyttö kohteessa	28
8.1.4	Tulokset	28
8.2	Taloyhtiö 2	28
8.2.1	Yleistä	28
8.2.2	VR-sovelluksen käyttö kohteessa	29
8.2.3	Tulokset ja vertailu vanhaan malliin	29
9	rTampuuri-järjestelmän kehitysideat	29
10	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

## Lyhenteet

Arska	Arkiston sähköinen asiointipalvelu. Se sisältää rakennusvalvontapalveluiden arkistoon tallennettuja rakennuspiirustuksia. (2.)
AutoCAD	Autodeskin kehittämä maailmanlaajuinen suunnitteluohjelmisto.
bluetooth	Kahden laitteen langaton yhteys lähietäisyydellä.
dwg	drawing. Autodeskin AutoCAD-ohjelmiston tiedostomuoto (1).
MagiCAD	Progman Oy:n kehittämä AutoCAD-ohjelmiston lisäosa talotekniseen suunnitteluun.
MS	Microsoft
Revit	Autodeskin kehittämä maailmanlaajuinen suunnitteluohjelmisto.
rTampuuri	Rakentamisen Tampuuri. rTampuuri on Talokeskuksen oma projektihallintajärjestelmä.
SUK1	Suunnitteluprosessin ensimmäinen suunnittelukokous.
VR	Virtual Reality. Virtuaalitodellisuus.

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta ja tavoite

Rakennuksen peruskorjaustarpeen ajankohta on yleensä noin 50 vuotta sen rakentamisesta. Tällöin kiinteistön vesi- ja viemäriputket ovat saavuttamassa elinkaarensa loppua. Taloyhtiö laatii suunnittelijalla hankesuunnitelman, jonka avulla kartoitetaan kiinteistön kunto. Kartoitukseen ja suunnitteluun tarvitaan lähtötietoja kiinteistöstä. Mitä enemmän lähtötietoja on, sitä nopeammin ja tarkemmin suunnittelu sujuu. Lähtötietoina on esimerkiksi vanhoja piirustuksia ja suunnitelmia, aiemmin suoritettuja kartoituksia ja korjaustoimenpiteitä, erilaisia kulutustietoja aiemmilta vuosilta sekä asiakirjoja liittyen rakennusurakoihin. Kysymys kuuluu, mistä kyseisiä dokumentteja löytyy ja keneltä, vai onko niitä ollenkaan pidetty tallessa. Tähän vastaukseen ei useimmiten aina osata vastata, jonka takia lähtötietoja aletaan keräämään seuraavan korjaushankkeen alkaessa. Lähtötietoja saattaa löytyä kiinteistön varastoista tai isännöitsijältä. Pahimmassa tapauksessa dokumentteja ei ole talletettu mihinkään, jolloin suunnittelun osuus peruskorjausprojektissa kasvaa. (3.)

Talokeskuksessa kehitteillä on rTampuuri-projektinhallintajärjestelmä. rTampuuri toimii suunnitteluaikaisena työkaluna, ja tiedonhallintapankkina. Suunnittelussa käsiteltyjä dokumentteja on tähän mennessä tallennettu Talokeskuksen omalle verkkolevyasemalle. rTampuuri-järjestelmän tarkoitus on korvata verkkolevyasema ja tarjota tarvittavat lähtötiedot suunnittelijalle seuraavaan korjaustoimeenpiteeseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää eri hankesuunnitteluprosesseja korjaushankkeissa ja perustaa malliprojekteja rTampuuri-järjestelmään. Malliprojektit sisältävät suunnitteluprosessin aikana suoritettavia tehtäviä sekä hankkeen roolituksen ja aikataullisen seurannan. Työssä tutkitaan rTampuurin ominaisuuksia ja sen käyttöä hankkeissa. Työssä käsitellään myös hankekohtaisen viestinnän ja -tiedottamisen työkaluna tarkoitettu rTampuuri-mobiilisovellusta. Lisäksi tutkitaan VR-sovelluksen käyttöä hankkeessa ja sen kannattavuutta.

## 1.2 Talokeskus Yhtiöt Oy

Talokeskus Yhtiöt Oy on konserni, joka konsultoi kiinteistöalalla korjaus- ja uudisrakennussuunnittelua, kiinteistön ylläpitoa ja energiahallintaa sekä Tampuuri-ohjelmistoa. Konserni on jaettu kolmeen liiketoimintayksikköön. Suomen Talokeskus Oy tarjoaa Rakentamisen palveluita. Agenteq Solutions Oy konsultoi Kestävän kehityksen palveluita ja Kiinteistöjohtamisen palveluita. Talokeskuksella on kahdeksan toimipistettä ympäri Suomea ja henkilöstöä noin 260. Konsernin liikevaihto oli 26,2 miljoonaa euroa vuonna 2017. (4.)

Talokeskus perustettiin vuonna 1923 matto- ja tapettikauppaa harjoittamaan. Muutama vuosi myöhemmin liiketoimintaan tuli kiinteistönvälitys ja 1930-luvulla lämmöntarkkailu kiinteistöissä. LVI-suunnittelu ja kiinteistöhuolto aloitettiin 1960-luvulla. Kiinteistönhallintajärjestelmä Tampuuri kehitettiin 2000-luvun alussa. Nykypäivänä Talokeskus on yksi Suomen suurimmista ja kannattavimmista insinööritoimistoista. (5.)

Konsernin tavoitteena on kasvaa toiminta-alalla panostamalla laatu- ja toimintajärjestelmien, sekä asiakassuhteiden hoitamisen kehittämiseen. Liikevaihdon kasvutavoite oli 10 % vuosina 2013–2017.

Talokeskuksen kehittämä Tampuuri on laaja kiinteistöalan sovellus. Se sisältää kiinteistön huoltokirjapalvelut ja kulutusseurannan. (6.) Sovelluksen tietokannassa on yli 60 000 kiinteistöä (12). Tampuuri-ohjelman lisäksi kehitteillä on projektihallintajärjestelmä rTampuuri. rTampuuri toimii työkaluna suunnittelussa ja valvonnassa sekä viestintäportaalina asiakkaan kanssa.

Kuvassa 1 on esitetty vuonna 2017 perustettu Talokeskuksen strategia, joka on asetettu seuraaville neljälle vuodelle.





Kuva 1. Talokeskuksen strategia visualisesti kuvattuna.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä haastatellaan talotekniikan asiantuntijoita, luodaan suunnitteluprosesseja MS Excel -ohjelmistolla ja kokeillaan rTampuuria käynnissä olevissa hankkeissa. Suunnitteluprosessit viedään rTampuuriin, jonka jälkeen niistä muotoillaan malliprojektit tulevia hankkeita varten. Malliprojektit otetaan heti käyttöön hankkeissa. Opinnäytetyö on tutkimus- ja kehittämisprojekti.

#### 1.4 Työn näkökulma ja rajaukset

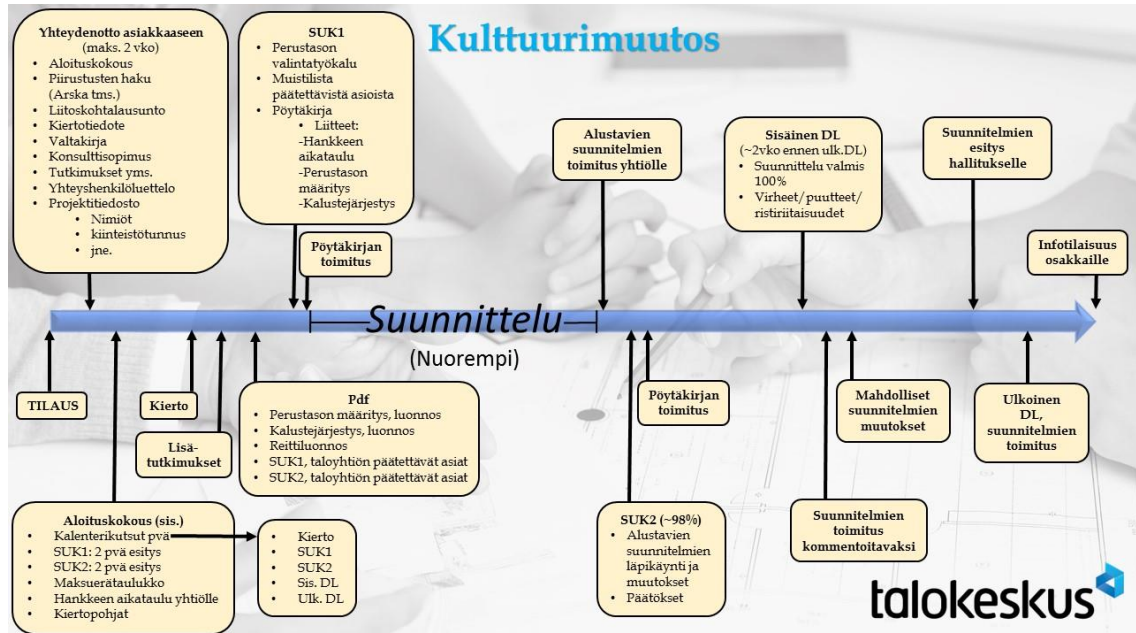
Opinnäytetyö tehdään suunnitteluprosessien tehostamiseksi ottamalla käyttöön uusia työkaluja hankkeisiin. Työn tavoitteena on myös kehittää hankekohtaista viestintää. Työssä kehitetään hankesuunnittelu-, kaukolämpö- ja perussäätösuunnitteluprosessit Tampuuriin. Opinnäytetyö koskee vain korjausrakentamissuunnittelua.

#### 1.5 Ympäristöministeriön uusi asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista

Vuoden 2018 alussa julkaistu ”Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista” korvaa vuonna 2007 voimaan astuneen Suomen rakentamismääräyskoelman osan D1 määräykset kiinteistön vesi- ja viemärisuunnittelussa. Asetus koskee hankkeita, joille on hankittu rakennuslupaa 1.1.2018 jälkeen. Nämä muutokset vaikuttavat huomattavasti suunnitteluun ja taloyhtiön päätettäviin asioihin. Suuria muutoksia ovat esimerkiksi lämmönluovuttimien kytkemisen kieltö käyttövesijärjestelmään ja nousuvesijohtojen näkyvyys koteloinnilla. (7.)

## 2 Suunnitteluprosessin kehittäminen

### 2.1 Kulttuurimuutos



Kuva 2. MS PowerPoint -työkalulla tehty Talokeskuksen nykyisestä strategiasta linjasaneeraus-hankkeessa, jossa nuorempi suunnittelija mukana.

Työnteon tehostamiseksi Talokeskuksella, on tehty muutoksia organisaatorakenteeseen. Organisaatiossa on nimetty LVI-, sähkö-, arkkitehti-, ja rakennesuunnitteluun suunnittelupäälliköt. LVI-suunnitteluun on valittu kaksi suunnittelupäällikköä. Suunnittelupäälliköt vastaavat omasta alastaan ja alan suunnittelijoista, yksikönpäällikön ollessa tukena. Suunnittelupäälliköt toimivat suunnittelijoiden tukena, ja huolehtivat, että kaikilla on tasaisesti työtehtäviä tiimissä. Muutoksen tarkoituksena on jakaa vastuuta työnjohtotehtävissä. Talokeskuksen uudessa toimintamallissa projekteihin nimetään LVI- ja sähkösuunnittelijoiden lisäksi niin sanottu nuorempi suunnittelija mukaan. Nuoremman suunnittelijan työtehtäviin kuuluu vanhemman suunnittelijan avustus, kuten suunnitelmien ja asiakirjojen laatiminen sekä kokouksiin tarvittavan materiaalin valmistelu. Nuorempi suunnittelija toimii koko hankkeen aikana vanhemman suunnittelijan alaisena. (8.)

Vanhassa mallissa suunnittelijat kuuluivat tiettyyn tiimiin, joka koostui eri alan suunnittelijoista ja tiiminvetäjistä. Tiimit saivat toimeksiantoon omat hankkeet. Tiimien kokoonpano hankkeissa koostui yhdestä suunnittelijasta suunnittelualueen kohden. Suunnittelija

joutui jakamaan tehtäviä projektin ulkopuolisille suunnittelijoille, jotka eivät olleet muuten mukana hankkeessa. Tehtävänjaossa ohjeet ja vastuunjako saattoivat olla epäselviä. Tämä johti siihen, että töitä oli liikaa suunnittelijaa kohden. (8.)

Uuden toimintastrategian uskotaan helpottavan vanhemman suunnittelijan työtä hankkeissa niin, että hän pystyy paremmin keskittymään itse projektinjohtotehtäviin. Nuoremman suunnittelijan toimintamallissa pyritään tehostamaan suunnittelua kokonaisuudessaan ja nopeuttamaan hankkeeseen liittyvien tehtävien suorittamista paremmalla lopputuloksella.

Uudessa toimintamallissa pyritään aloittamaan suunnitteluun liittyviä tehtäviä mahdollisimman ajoissa, jotta taloyhtiölle jäisi enemmän aikaa perehtymään suunnitelmiin (kuva 2). Tämä jättää myös aikaa suunnittelijoille suunnitelmien yksityiskohtiin, ennen hankkeen viimeistä määräaikaa. Tämän menetelmän uskotaan nopeuttavan suunnittelua ja todennäköisemmin viimeistelemään projekti jo ennen sovittua määräaikaa. (8.)

## 2.2 Uudet työkalut hankkeissa

Talokeskuksen uusiin suunnittelutyökaluihin kuuluu rTampuuri-järjestelmä, jolla hallitaan projekteja ja hankekohtaista viestintää. Toinen työkalu on VR-sovellus, joka mahdollistaa kolmeulotteisen panoraama-näkymän huonetiloista suunnitelmien visualisointiin.

rTampuurilla uskotaan hallitsemaan paremmin hankkeissa aikatauluja, tehtävien vastuunjakoja ja kommunikaatiota sekä säilyttämään suunnittelumateriaali seuraavia korjaustoimenpiteitä varten. VR-sovelluksen uskotaan selkeyttävän vaihtoehtoisia ratkaisuja hankkeissa asiakkaan näkökulmasta.

## 2.3 Laskutus

Hankekohtainen laskutus tulee jatkossa näkymään tehtäväluettelossa rTampuurissa. Talokeskus tulee lisäämään maksueriä pienempiin osiin hankkeissa. Laskun tultua tilaaja varmistuu, että suunnittelu on edennyt ja että päätöksiä on tehty. Pienet maksuerät sisältävät vähemmän tehtäviä, joita on helpompi käsitellä. Tällä menetelmällä vältetään

ison summan käsittelyä hankkeen lopussa. Taloyhtiön kannalta on myös miellyttävää maksaa pienempiä eriä. Talokeskuksen kannalta ratkaisu on sopivampi taloudellisten menojen ja tulojen tasaamiseksi. (8.)

## 2.4 Hankekohtainen viestintä

Hankekohtaista viestintää käydään tulevaisuudessa rTampuurissa. Kehitteillä on mobiilisovellus, josta on tarkoitus tulla tehokas projektiaikainen viestintätyökalu hankkeen osapuolten välille. Taloyhtiön osakkaiden osalta on aiemmin ollut epätietoisuutta hankkeen etenemisestä. Mobiilisovellus toimisi taloyhtiön osakkaille projektin seuranta- ja viestintä- ja kommunikointityökaluna. (3.)

# 3 rTampuuri

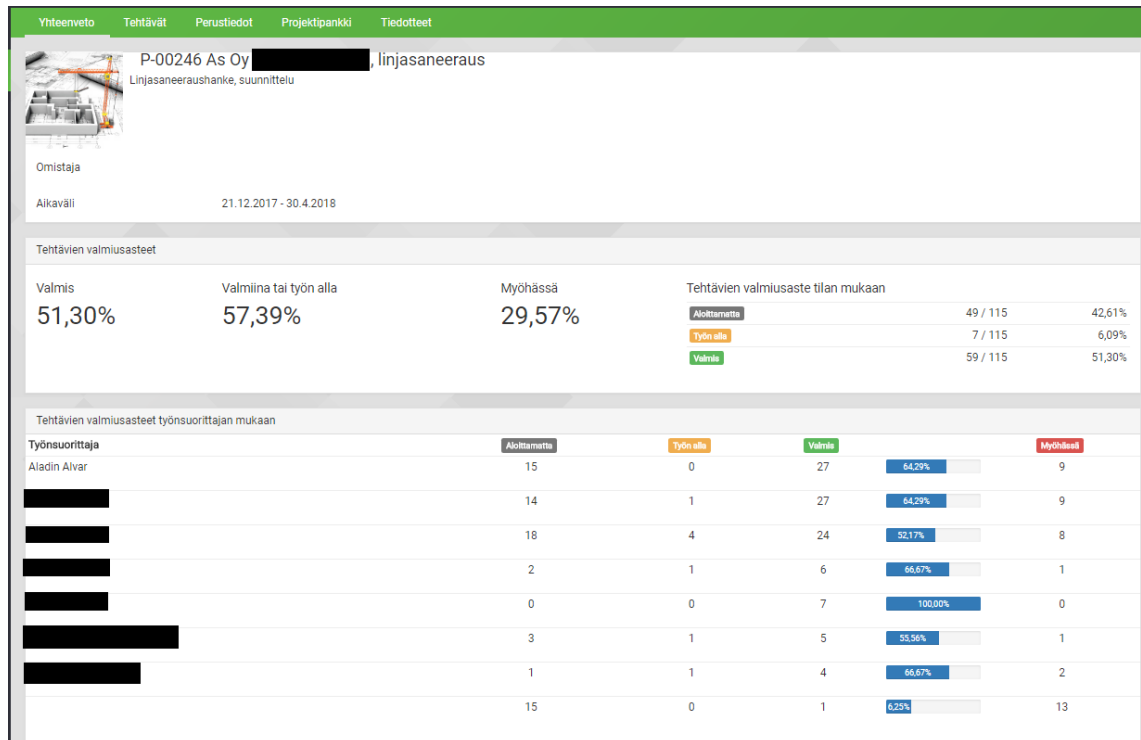
## 3.1 Historia ja nykyhetki

rTampuuri sai alkunsa vuonna 2012. Tarkoituksena oli luoda työkalu, jolla sekä projekti-ryhmä että tilaaja voisi hallinnoida koko kiinteistön elinkaarta. Ongelmana kiinteistöalalla yleisesti on ollut se, ettei välttämättä löydy heti kaikkia tarvittavia dokumentteja kiinteistön seuraavaan rakennustoimeenpiteeseen ryhtyessä. rTampuuri toimisi eräänlaisena projektipankkina, joista löytyisivät myös kiinteistön kaikki kustannustiedot aikatauluineen. Järjestelmän avulla kiinteistönomistaja pystyisi helposti hallinnoimaan rakennettavaa kiinteistöä seuraavat vuosikymmenet. (9.)

rTampuuri on tarkoitettu pääsääntöisesti kolmelle osapuolelle, projektiammattilaisille, jotka työskentelevät samanaikaisesti monien projektien parissa, johdolle, joka pystyy seuraamaan projektin etenemistä, sekä kiinteistönomistajalle, joka voi jatkossa välittää lähtötietoja suunnittelijalle, kun uusi projekti aloitetaan. (3.)

rTampuuria on työstitetty viime aikoina paljon ja otettu käyttöön eri projekteissa. Ideana on luoda järjestelmään valmis runko eri suunnitteluprosesseille, niin sanottuja malliprojekteja. (3.) Linjasaneerausyksikön osalta järjestelmään on tähän mennessä luotu vain linjasaneeraushankeprosessin malliprojekti. Opinnäytetyössä kehitetään rTampuuriin hankesuunnittelu-, kaukolämpösuunnittelu- ja perussäätösuunnitteluprosessit.





Kuva 4. Kuvankaappaus käynnissä olevasta linjasaneeraushankkeesta rTampuurissa.

Malliprojektit sisältävät hankkeen eri vaiheen tehtävät aikatauluineen. Tehtäville voi asettaa vastuuhenkilöt, roolituksen, työmäärä- ja kustannusarvion. Jokaisella tehtävällä on tietty aikataulu, joka näkyy tehtäväluettelossa joko aloittamattomana (harmaalla), työn alla olevana (keltaisella), myöhässä (punaisella) tai tehtynä (vihreällä). Tehtäviin voi lisätä liitteitä, esimerkiksi asiakirjoja tai piirustuksia. Projektin yhteenvetosivulla näkyy prosentuaalisesti, missä vaiheessa projekti on ja kuinka paljon tehtäviä kukin projektiryhmän jäsenistä on tehnyt (Kuva 4.).

rTampuurin projektipankista löytyy yrityksen kaikki projektit. Projektia voivat muokata vain projektiin nimetyt henkilöt. Muut työntekijät voivat ainoastaan seurata projektin etenemistä. rTampuurin etusivulla Projektit-valikko on jaettu kahteen alavalikkoon, "Projektisalkku" ja "Suosikit". Projektisalkussa on kaikki projektit ja Suosikeissa ne projektit, joihin on nimetty ja jotka on merkitty suosikeiksi. Suosikkiprojektit ovat niitä projekteja, jotka ovat työn alla ja joissa on paljon tekemistä. Näin ollen kyseisiä projekteja ei tarvitse aina etsiä projektipankista.

Tavoitteena olisi saada malliprojekteista mahdollisimman valmiita kokonaisuuksia, jotta suunnittelu-aikaa ei kuluisi tehtävien lisäämiseen ja muokkaamiseen. Hankkeesta riippuen kaikkia tehtäviä ei välttämättä tarvita. Tarpeettomat tehtävät voidaan poistaa tehtävälistalta.

### 3.3 Älykäs järjestelmä

rTampuurista kehitetään älyllinen järjestelmä. Tulevaisuudessa Salesforce-järjestelmä ja rTampuuri kytketään vuorovaikutteiseen toimintaan. Salesforce on tietojärjestelmä, jossa käsitellään Talokeskuksen tilauksia ja mihin kirjataan hankkeiden tiedot. Kaikki projektit sisältävät asiakirjapohjia, joiden tarkoituksena on muuttua älyllisiksi rTampuurissa. Salesforce-järjestelmään kirjatut hanketiedot, päivittyvät automaattisesti asiakirjoihin. Tämä menetelmä takaa sen, että asiakirjat ovat heti valmiina täytettäväksi teknisten tietojen osalta. Älykäs toiminta säästäisi paljon aikaa verrattuna vanhaan malliin. Vanhassa mallissa asiakirjapohjia piti etsiä muualta ja täyttää kokonaan käsin. (8.)

### 3.4 Projektin perustaminen

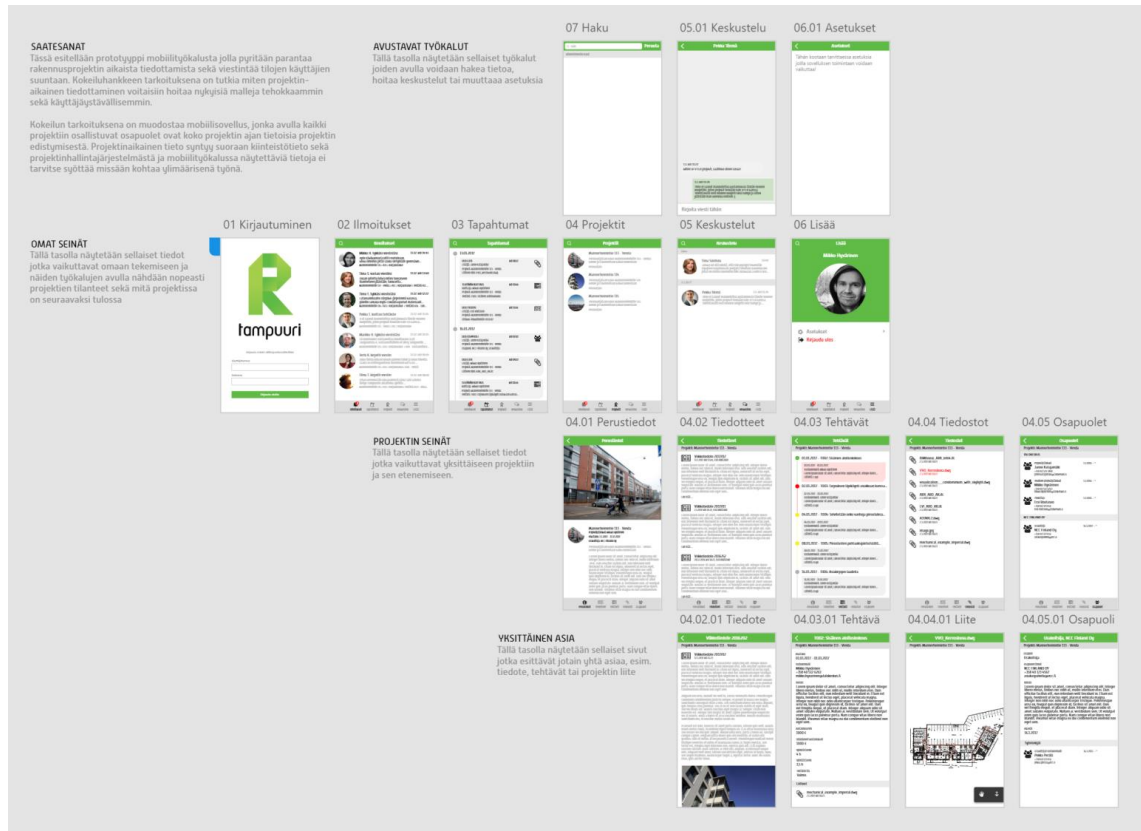
rTampuuri-järjestelmän käyttö vaatii henkilökohtaiset tunnukset. Uusi projekti perustetaan Projektit-valikosta. Projektiluonnokseen nimetään hankkeen osapuolet ja valitaan kullekin työtehtävä. Projektille annetaan nimi, yleensä taloyhtiön nimi, sekä asetetaan aloitus- ja päättymispäivämäärä. Tämän jälkeen valitaan malliprojekti, joka vastaa hanketta, minkä jälkeen projekti avataan järjestelmään. Tehtävien poistaminen tehtäväluettelosta tapahtuu klikkaamalla esille tulevaa ruksia aikajanan päältä. Hiiren keskirullalla voidaan vierittää tehtäväluetteloa.

### 3.5 Mobiilisovellus

rTampuurista on kehitetty myös mobiilityökalu, joka on vielä prototyyppi (kuva 5). rTampuuri-mobiilisovelluksella pyritään parantamaan hankekohtaista tiedottamista ja hankkeen osapuolten välistä viestintää. Tavoitteena on muodostaa työkalu, jonka avulla kaikki hankkeessa mukana olevat osapuolet ovat tietoisia projektin edistymisestä koko hankkeen aikana. Työkalun avulla pyritään välttämään asukkaiden tietämättömyyttä omassa asunnossa käynnissä olevasta putkiremontista. Mobiilisovellus korvaa vanhan



tavan tiedottaa, ”kirje luukusta” -mallin, nykyisiä digitaalisilla mahdollisuuksia hyödyntäen. Ladattuaan applikaation asiakas näkee hankkeen julkiset tiedotteet, liitteet, hankkeen tilanteen sekä pystyy käymään kahdensuuntaista viestintää projektiosapuolten kanssa. Asiakkaan puhelimeen tulee ilmoitus, ns. push up -viesti, kun uusi tiedote julkaistaan sovelluksessa. (10.)



Kuva 5. rTampuuri-mobiilisovelluksen suunnittelu.

### 3.6 Tulevaisuus

rTampuuri uskotaan tehostavan projektiaikaista suunnittelua, älykkyyden ja aikataulullisen seurannan takia. Enää ei tarvitsisi etsiä tietoja hankkeesta, kun seuraavan peruskorjauksen aika on. rTampuuri antaisi täydet valmiudet ryhtyä suunnitteluun. Koko kiinteistön elinkaari olisi niin sanotusti hallinnassa. (10.)

## 4 Hankesuunnittelu

### 4.1 Yleistä

Hankesuunnittelu on tärkein osa korjausrakentamisprosessia. Se perustuu kiinteistön kunnon kartoittamiseen. Mitä enemmän hankesuunnitteluun on panostettu, sen paremmin tilaaja hahmottaa, mitä korjaustoimenpiteitä kannattaa kiinteistössä tehdä ja miten ne vaikuttavat rakennuksen elinkaareen. Kiinteistöstä tehdään kuntoarvio ja kuntotutkimus, mikäli niitä ei lähiaikoina olla tehty. Hankesuunnitelmassa esitetään korjaustoimenpiteistä riippuen hankkeen laajuus, kustannusarvio ja kesto. Suunnittelijat laativat rakennuttajan kanssa hankesuunnitelman, jonka tilaaja hyväksyy. (11.)

Tässä kappaleessa käsitellään suunnitteluprosessin vaiheistamista malliprojektiksi rTampuuriin ja hankesuunnitteluprosessin kuvausta.

### 4.2 Suunnitteluprosessin vaiheistaminen ja perustaminen rTampuuriin

Aloitin hankesuunnitteluprosessin kuvaamisen hankesuunnittelutehtävien luonnostelulla käyttäen Excel-ohjelmaa (kuva 6). Luonnos käytiin läpi kahden eri suunnittelualan suunnittelijan kanssa, minkä jälkeen se työstettiin lopulliseen muotoon kommenttien perusteella. Valitsin tämän menetelmän prosessin luomiseksi, koska Excel-ohjelma on erinomainen työkalu luetteloiden käsittelyyn.

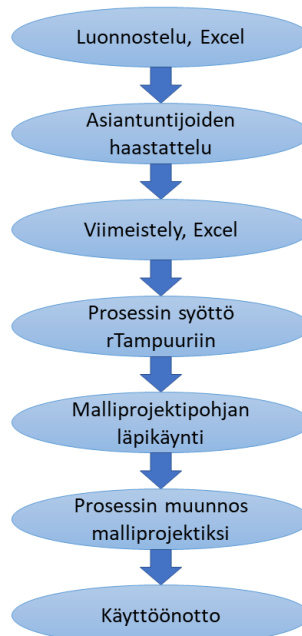
Ensimmäiselle sarakkeelle kirjattiin tehtävien numerointi, alkaen prosessin ensimmäisestä tehtävästä. Toiselle sarakkeelle kirjattiin päätehtävät ja kolmannelle alatehtävät. Alatehtävät ovat päätehtävään kuuluvia osatehtäviä tai muistutuksia. Seuraavalle sarakkeelle kuvattiin tehtävä lauseella tai huomiolla. Jokaiselle tehtävälle asetettiin vastuuphenkilöt, työmääräarvio tunneissa ja aikataulu seuraaville kolmelle sarakkeelle. Tehtävälueetelo kirjattiin hankesuunnitteluprosessin kronologiseen järjestykseen, alkaen ylhäältä.

Tiedosto Aloitus Lisää Sivun asettelu Kaavat Tiedot Tarkista Näytä Kehitystyökalut Nitro Pro Kerro mitä haluat tehdä									
<div> <div>Leikkaa Kopioi</div> <div>Liitä Muotoiluvivelliin</div> <div>Leikedyötä</div> <div>Fontti</div> <div>Tasaus</div> <div>Nuoro</div> <div>Tyylit</div> </div>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4		Tehtävä		kuvaus	Vastaa	Työmaa [h]	Työmaa [h]	Työmaa [h]	aikataulu
5						suunnittelu	sale	tuntityö	vko
6	001	Kirjataan tilaus		Kirjataan tarjous tilatuksi.	myyjä, suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			1	1
7	002	Projektin avaaminen Alltegiin			myyjä, suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			0,5	1
8	003	Projektin avaaminen Salesforceen			myyjä, suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			0,5	1
9	004	Yhteydenotto tilaajaan		Nopea yhteydenotto tilaajaan 1-2 päivän sisällä tilauksesta. Soitto tai automaattiviesti "Kiitos tilauksesta-palaamme viikon sisällä".	myyjä, suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			0,5	1
10	005	Toimeksiannon sisältö		Käydään läpi tarjous ja aikataulu	suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			0,5	1
11	006	Koostetaan maksuerätaulukko		Koostetaan maksuerätaulukkoesitys ja hyväksytetään se tilaajalla.	suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			0,5	1
12	007	Nimetään suunnittelijat			suunnittelupäällikkö, yksikönpäällikkö			0,5	1
13	008	Varataan sisäinen aloituskokous		Kokousajankohta max 1 vko tilauksesta	nuorempi suunnittelija			0,5	1
14	009	Tehdään konsulttisopimus		RT Sopimuslomake.net- palvelussa	yksikönpäällikkö, suunnittelupäällikkö			2,5	1
15	010	Perustetaan projekti rTampuuriin			suunnittelupäällikkö	0,5			1
16	011	Viestintäportaalien käyttöönotto		Käyttöönotto erillisen sopimuksen mukaan, esim. rTampuri tai Korjaushanke.fi	suunnittelupäällikkö	0,5			1
17	012	Hankitaan hankkeen lähtötiedot			nuorempi suunnittelija, suunnittelijat	7			2
18	012.01	Isännöitsijätodistus		Pyydetään isännöitsijätodistus	nuorempi suunnittelija				2
19	012.02	Yhteyshenkilöluettelo		Kootaan yhteyshenkilöluettelo	nuorempi suunnittelija				2

Kuva 6. Kuvankaappaus, MS Excel -ohjelmalla tehty hankesuunnitteluprosessin tehtävälista.

Kun tehtävälueetelo Excelissä oli valmis, perustettiin uusi projekti rTampuuriin. Tehtävät kirjattiin järjestelmään, minkä jälkeen se lähetettiin työstettäväksi malliprojektiksi rTampuriin tietokantaan (kuva 7).

## Prosessikaavio



Kuva 7. Suunnitteluprosessin vaiheistaminen.

### 4.3 Hankesuunnittelun kulku ja suunnittelijoiden tehtävät hankkeessa

#### 4.3.1 Suunnittelun alku ja lähtötiedot

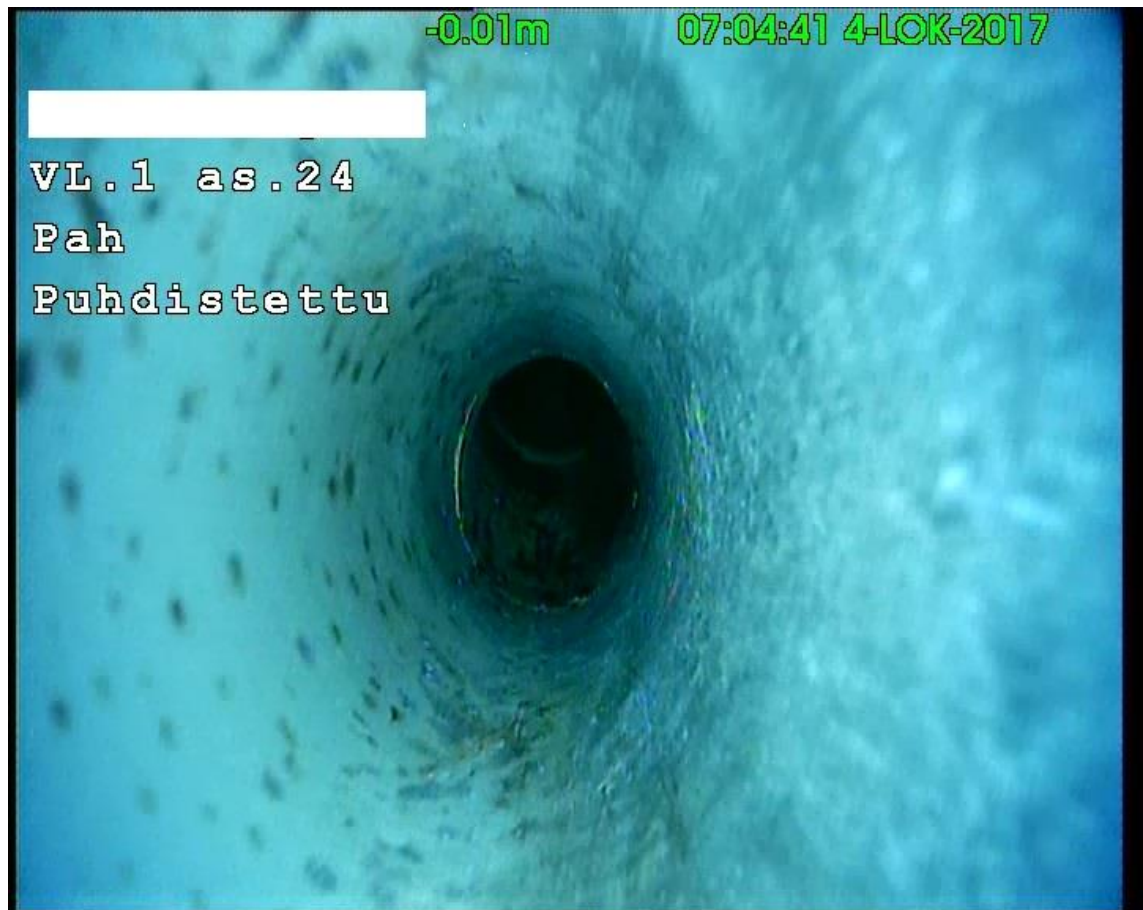
Myyjä ja suunnittelupäällikkö käynnistävät hankkeen vastaanotettuaan tilaukseen. Suunnittelupäällikkö kiittää tilaajaa ja käy läpi toimeksiannon sisällön yksikönpäällikön kanssa. Suunnittelupäällikön koostaa maksuerätaulukon, laatii konsulttisopimuksen sekä nimeää hankkeelle suunnittelijat. Tämän jälkeen perustetaan projekti rTampuuri-järjestelmään sekä avataan viestintäportaali tilaajan kanssa. (12; 13; 14.)

Nuorempi LVI- ja sähkösuunnittelija keräävät lähtötietoja hankkeelle. Lähtötietoihin kuuluu muun muassa vanhat piirustukset, isännöitsijätodistus, kiinteistössä aiemmin suoritettut kuntotutkimukset ja kartoitukset sekä videokuvaus- ja valokuvamateriaali. Toinen nuoremmasta suunnittelijasta kokoaa hankkeen yhteystietoluettelon. Vanhoja asiakirjoja ja piirustuksia on yleensä taloyhtiön varastotiloissa, isännöitsijätoimistossa ja Arska-palvelussa. (12; 13; 14.)

Tämän jälkeen järjestetään sisäinen aloituskokous suunnittelijoiden kesken. Kokouksessa käydään läpi lähtötiedot ja aikataulutetaan projektin tehtävät rTampuuriin. Projektin aikataulut esitetään ja hyväksytetään tilaajalla. Hankesuunnitteluun kuuluu kaksi suunnittelukokousta. Molemmista kokouksista esitetään hankkeen jäsenille kaksi ajan-kohtavaihtoehtoa, joista toinen lyödään lukkoon jo heti hankkeen alussa ajan säästämiseksi. Nuorempi suunnittelija laatii kiinteistössä suoritettavan tarkastuskierron tiedotteen, joka myös hyväksytetään tilaajalla. Tiedote jaetaan isännöitsijälle, taloyhtiön hallitukselle, osakkaille ja asukkaille sekä huoltoyhtiölle. (12; 13; 14.)

Arkkitehti tai nuorempi suunnittelija aloittaa ajantasapiirustusten laatimisen heti, kun se on mahdollista. Tarkastuskierroksella tarkastellaan erityyppisiä huoneistoja ja kiinteistön yleiset tilat, putkien ja rakenteiden kuntoa sekä mahdolliset asbestit. Suunnittelijat kirjaa-vat kiinteistössä huomioon tulleet asiat mukana olevaan pohjapiirustukseen. Mikäli tiloihin ei pääse, järjestetään tarvittaessa lisätarkastuskierto myöhemmin. Lisäksi järjestetään kuntotutkimustarkastuksia kuten asbestikartoitus, viemäreiden videokuvaus (kuva 8), hormikartoitus ja kosteus- tai vahinkokartoitus. Tarkastuskierron jälkeen suunnittelijat kokoontuvat ja käyvät läpi kierron aikana havaittuja asioita. Katselmuksen sekä lähtötietojen perusteella suunnittelijat laativat raportin kiinteistön nykytilanteesta. Raportin yh-

teydessä laaditaan osakaskysely, jossa kartoitetaan kiinteistön asuntojen kuntoa osakkaiden näkökulmasta. Osakkailta kysytään myös asunnoissa aiemmin suoritetuista korjaustoimenpiteistä sekä heidän mielipiteistään yleisistä tiloista ja vaihtoehtoisesti niiden käyttötarkoitusten muutoksista. (12; 13; 14.)



Kuva 8. Kuvankaappaus viemärin sisäisestä videokuvauksesta.

#### 4.3.2 SUK1

Suunnittelijat järjestävät SUK1:n (ensimmäisen suunnittelukokouksen), johon taloyhtiön jäsenet ja isännöitsijä osallistuvat. Kokouksen tarkoituksena on kartoittaa taloyhtiön mielipiteet vaihtoehtoisista korjaustoimenpiteistä kiinteistön nykytilanteen perusteella. Kokouksen alkuun käydään läpi toimeksiannon sisältö. Suunnittelijat esittävät kiinteistötarkastuksen aikana havaittuja asioita ja analysoivat kiinteistön nykykunnan ja suositeltavat korjaustoimenpiteet. Nykykuntoon vaikuttavat myös kiinteistössä aiemmin tehdyt remonit, jotka on yleensä esitetty isännöitsijätodistuksessa. Lisäksi tarkastellaan saatuja läh-

tötietoja kiinteistöstä. Mikäli ilmenee, että on olemassa lisää lähtötietoja, tulee ne toimittaa suunnittelijoille. Tilaaja kommentoi esitettyjä korjaustoimenpidevaihtoehtoja. Suunnittelijat esittävät myös erityssuunnittelun tarvetta, esimerkiksi lämmitysjärjestelmän perussäättösuunnittelua, kaukolämpölaitteiden uusimissuunnittelua tai kiinteistön lämmitysmuodon vaihtoa. (12; 13; 14.)

Suunnittelijat laativat hankesuunnitteluraportin päätetyistä asioista. Suunnitelmassa esitetään muun muassa uusien LVI-putkistojen ja sähköjohtojen reittivaihtoehdot. (12; 13; 14.) Suunnitteluun on tullut muutoksia koskien kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistoa, kun vuoden 2018 alusta voimaan astui uusi asetus koskien vesijohtojen nousupaikkoja ja käyttövesipattereita. Asetuksen mukaan vesijohtojen nousulinja on asennettava täysin näkyviin olevaan koteloon niin, että vesijohtoja pystyy helposti korjaamaan, tarkastamaan ja vaihtamaan. (15.) Toinen uusi määräys kieltää uuden lämmönluvuttimen asentamista käyttövesiverkostoon, mikäli ei kylpyhuoneessa ole valmiiksi verkostoon kytkettyä käyttövesipatteria (16). Näitä määräyksiä on hyvä huomioda jo SUK1:ssä, koska ne vaikuttavat muun muassa tilantarpeeseen ja mahdollisesti lämmitysjärjestelmän suunnitteluun.

#### 4.3.3 SUK2 ja hankesuunnittelun päättäminen

Hankesuunnitelma esitetään SUK2:ssa tilaajalle, joka käydään läpi ja kommentoidaan. Kokouksessa sovitaan osakasinfon ajankohta, missä esitetään hankesuunnittelussa päätetyt asiat koko taloyhtiölle. (12; 13; 14.)

SUK2 jälkeen suunnittelijat viimeistelevät hankesuunnitelman, joka toimitetaan tilaajalle. Osakasinfon jälkeen suunnittelijat pitävät sisäisen lopetuspalaverin hankesuunnittelun yhteenvedosta. Hankesuunnitteluprosessi loppuu asiakastytyväiskyselyn lähettämiseen hankkeen osapuolille. (12; 13; 14.) Taloyhtiö päättää, aloitetaanko toteutussuunnittelu.

#### 4.4 Suunnittelijoiden roolit ja hankkeen aikataulu

Suunnittelupäällikkö vastaa hankkeen käynnistymisestä. Hän on yhteydessä tilaajaan, kirjaa tilauksen, nimeää hankkeelle tarvittavat suunnittelijat sekä laatii maksuerätaulukon ja sopimuksen. Yksikönpäällikkö on tarvittaessa mukana. (13.)

LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija laativat hankesuunnitelman oman alan osalta. Suunnittelijat delegoivat työtehtäviä nuoremmille suunnittelijoille ja avustavat heitä suunnittelussa. Suunnittelijat esittävät oman alan asioita kokouksissa. (12; 13; 14.) Toinen suunnittelijoista toimii yleensä puheenjohtajana kokouksissa. Suunnittelijat huolehtivat, että pysytään sovitussa aikataulussa.

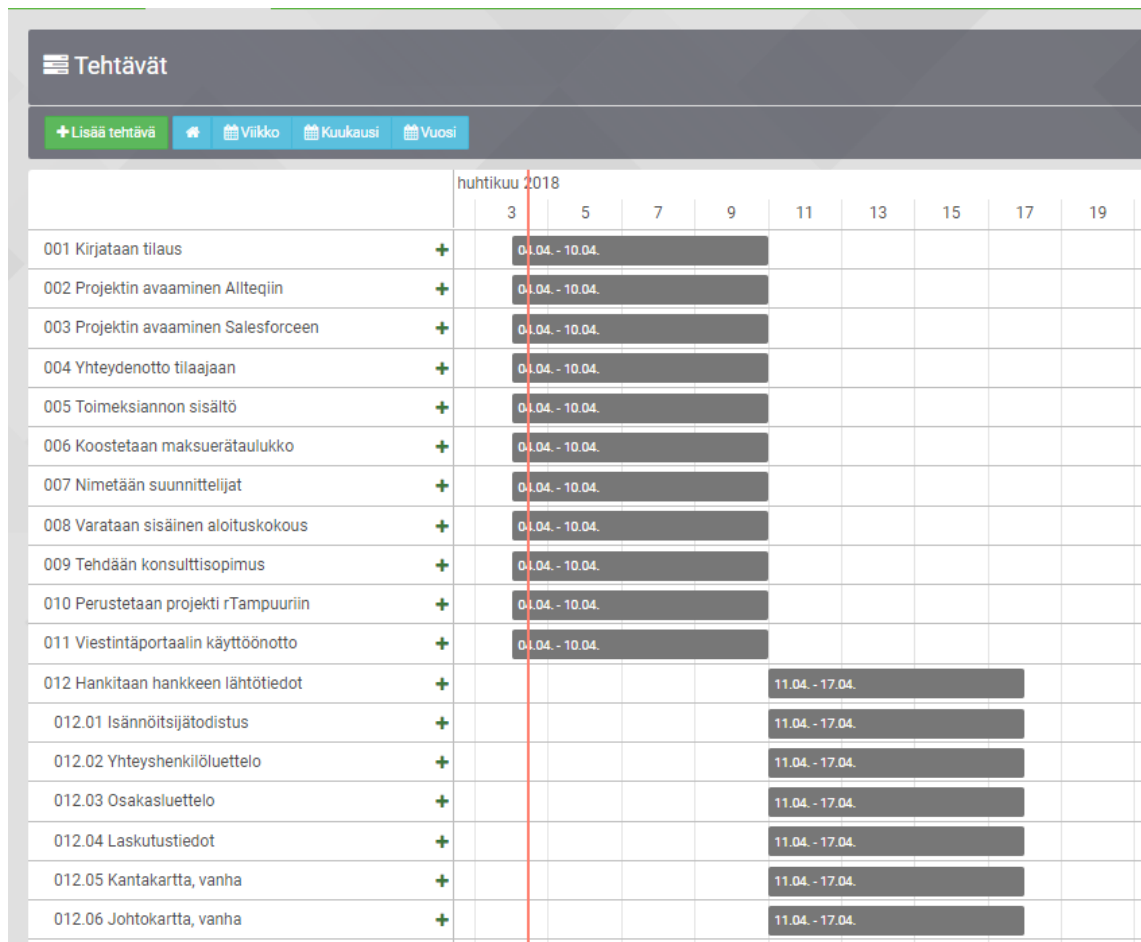
Arkkitehti laatii kiinteistöstä ajantasapiirustukset (Revit ja/tai AutoCAD). Pääsuunnittelija on myös alustavasti selvittänyt hankkeesta aiheutuvat muutokset viranomaisten kanssa. Muutokset voivat koskea muun muassa rakennuksen käyttötarkoitusta, tai sisätiloja. On selvitettävä hankkeen luvanvaraisuus rakennusvalvonnassa ja pyydettyä tarvittaessa lausuntoja esimerkiksi kaavoittajalta, tai Museovirastolta, jos kyseessä on suojelukohde (17.)

Nuorempi LVI-suunnittelija kerää lähtötietoja hankkeelle ja laatii käyttövesiputkien ja viemärien nousukohtien reittivaihtoehtopiirustuksen. Yleensä esitetään kaksi reittivaihtoehtoa tilaajalle. Nuorempi sähkösuunnittelija laatii sähkö-, tele ja antenninousukaapeleiden reittivaihtoehtopiirustuksen. (12; 13; 14.) Toinen nuorempi suunnittelija toimii yleensä sihteerinä kokouksissa.

Hankesuunnitteluun varataan aikaa 2–2,5 kuukautta riippuen kohteesta. Nuorempi suunnittelija vastaa rTampuurista, että tehtävät on aikataulutettu järjestelmään ja että liitteet löytyvät tehtävistä.

#### 4.5 Lopputulos

Malliprojektia ei opinnäytetyön aikana otettu käyttöön, koska hankesuunnittelukohdetta ei ollut käynnissä tai alkamassa. Prosessikuvaus sujui muuten odotuksien mukaisesti, paitsi aikataulun suhteen. Hankesuunnittelun laajuuden ja oman vähäisen kokemuksen perusteella kuvaus kesti kauemmin kuin olin odottanut. Prosessikuvausta käytiin kolmesti läpi yhdessä asiantuntijoiden kanssa. Mukana oli kaksi LVI-asiantuntijaa ja yksi sähköasiantuntija. Malliprojekti on rTampuurissa (kuva 9).



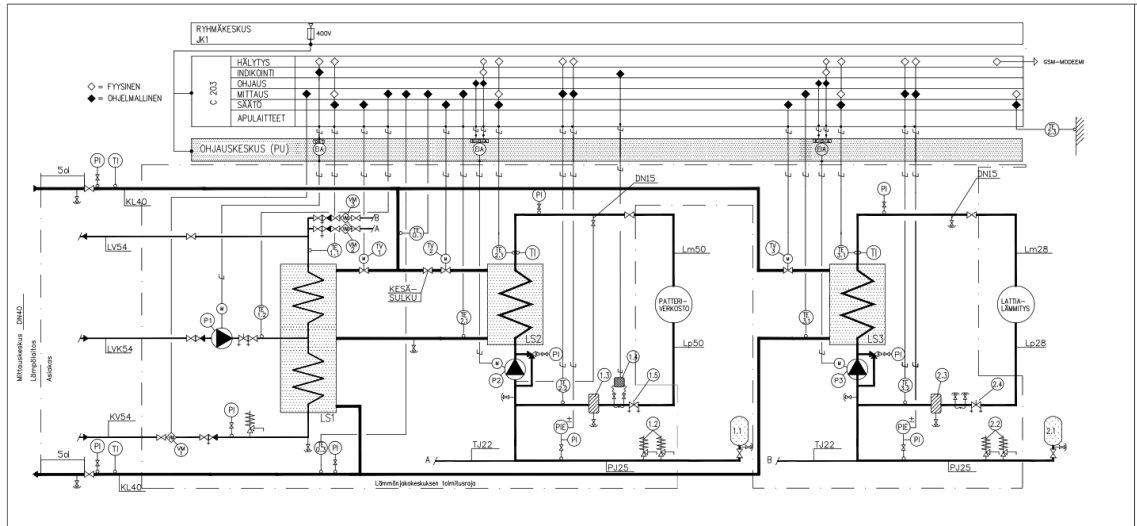
Kuva 9. Kuvankaappaus hankesuunnitteluprosessin malliprojektista.

## 5 Kaukolämpölaitteiden suunnittelu

### 5.1 Kaukolämpölaitteiden uusiminen ja prosessin perustaminen rTampuriin

Kaukolämmön lämmönjakolaitteiden teknillinen käyttöikä on noin 20 vuotta. Tämän jälkeen laitteiden ominaisuudet heikkenee ja saattavat jopa hajota. Laitteiden uusimisella varmistetaan lämmönsiirtimien ja lämmönjakolaitteekomponenttien toimivuus, sekä vältetään riskeiltä ja turhilta energiankulutuksilta. (18.) 20 vuoden käyttöiän jälkeen myös laitteiden ylläpitokustannukset kasvavat. Laitteiden osakorjaus ei ole kannattavaa enää 15 vuoden käyttöiän jälkeen. Kaukolämpölaitteiden uusimista harkitaan yleensä linjasaneerauksen yhteydessä. (19.)





Kuva 10. MagiCAD-ohjelmalla tehty kaukolämpölaitteen kytkentäkaavio käynnissä olevassa hankkeessa. Kolmas lämmönsiirrin palvelee lattialämmitysverkostoa.

Kaukolämpösuunnittelun kuvaus ja perustaminen rTampuuriin suoritettiin samalla menetelmällä, kuin aiemmin kuvattu hankesuunnitteluprosessi.

## 5.2 Suunnitteluprosessin kulku ja tehtävät

### 5.2.1 Projektin alku ja lähtötiedot

Projektin perustamisen jälkeen kerätään lähtötietoja kiinteistöstä. Selvitetään, onko olemassa vanhoja kaukolämpöpiirustuksia. Mitoitusta varten on hyvä hankkia kulutustietoja, joita voi tiedustella energialaitokselta tai hakea Tampuuri-järjestelmästä. Yksi vaikuttava tekijä mitoittamiseen, on myös kiinteistön lämmitysjärjestelmän verkostotyyppin selvittäminen. On olemassa 2-putkijärjestelmä, joka on yleisin, 1-putkijärjestelmä sekä lattialämmitysjärjestelmä. (12; 13.)

Tämän jälkeen LVI-suunnittelija suorittaa kiinteistötarkastuksen. Tarkastuskäyntiä varten LVI-suunnittelija laatii tarkastuspöytäkirjan, joka toimii muistilistana sille, mitä asioita tarkastuskierrolla tulee selvittää. Kiinteistössä kartoitetaan lämmönjakuhuone. Lämmönjakuhuone mallinnetaan paikan päällä AutoCAD-ohjelmalla tai piirretään käsin paperille. Tasokuvaan piirretään huoneen ja ovien mitat, mahdolliset tasoerot, vesi- ja viemäripisteet, kaukolämpölaitteisto sekä tilassa olevat putket. Lämmönjakuhuoneesta otetaan myös riittävä määrä valokuvia tai videokuvaa. (12; 13.)

### 5.2.2 Suunnittelu

Tarkastuskierron jälkeen mallinnetaan tasokuva valmiiksi ja mitoitetaan kaukolämpölaitteisto. Kaukolämpöpiirustukseen tulee kaukolämpölaitteiston kytkentäkaavio (kuva 10), mitoitustiedot, lämmönjakohuoneen pohjapiirustus, verkostojen lämpökäyrät ja laiteluettelo. Valmiit suunnitelmat toimitetaan energialaitokselle kommentoitavaksi. Piirustuksien lisäksi laaditaan urakka-asiakirjat. Kun energialaitos on hyväksynyt suunnitelmat, toimitetaan ne tilaajalle. Varsinainen suunnittelu loppuu laskutukseen. (12; 13.)

### 5.2.3 Valvonta

Tämän jälkeen kilpailutetaan urakoitsija. Urakka käynnistyy aloituskokouksella, johon osallistuu urakoitsija, tilaaja ja valvoja. Urakan aikana valvoja suorittaa työmaakäyntejä ja laatii niistä valvontamuistioita. Suunnittelija tarkastaa lämpöjohto- ja lämpimän käyttöveden mittauspöytäkirjat, kaukolämpölaitteiden virityspöytäkirjan ja energialaitoksen tarkastuspöytäkirjan. Urakoitsija täyttää virityspöytäkirjan asennettuaan ja säädettyään kaukolämpölaitteiston suunnitelmien mukaisesti. Virityspöytäkirjaan kirjataan ylös asetetut säätöarvot. Energialaitoksen tarkastaja laatii tarkastuspöytäkirjan, tarkastettuaan kaukolämpölaitteiston. Dokumentit toimitetaan tilaajalle. (12; 13.)

Kaukolämpölaitteiston asennuksen ja säädön jälkeen valvoja suorittaa vastaanottotarkastuksen. Mahdolliset puutteet kirjataan ja toimitetaan urakoitsijalle korjattavaksi. Suunnittelija laatii urakasta taloudellisen loppuselvityksen sekä loppupiirustuksen. (12; 13.)

Projekti päätetään loppulaskutuksella (12; 13).

## 5.3 Suunnittelijoiden roolit, suunnittelussa huomioitavaa ja aikataulutus

Kaukolämpösuunnittelun tekee useimmiten yksi LVI-suunnittelija. Suunnittelija laatii kaukolämpölaitteistosuunnitelman niin, että se noudattaa ”Rakennusten kaukolämpö, julkaisu K1”:stä. Määräyksiä noudattamalla taataan asiakkaalle kaukolämpölaitteiston tehokas toiminta. (20.) Valvoja huolehtii, että urakoitsija toteuttaa urakan suunnitelmien mukaisesti.

Kaukolämpösuunnittelussa on tärkeätä tarkistaa laitteen komponentit ja paisuntajärjestelmä, että ne on oikein mitoitettu ja että ne toimivat käytännössä. Lisäksi on hyvä tarkistaa, että laskettu teho on sopiva jokaisessa lämmönsiirtimessä. (21.)

Varsinaiseen kaukolämpösuunnitteluun varataan aikaa noin yhdestä viikosta kuukauteen.

## 5.4 Lopputulos

Malliprojektia ei opinnäytetyön aikana otettu käyttöön, koska kaukolämpösuunnitteluhanketta ei ollut käynnissä tai alkamassa. Suunnitteluprosessi käytiin läpi kahdesti kahden LVI-asiantuntijan kanssa. Prosessikuvaus sujui odotuksien mukaisesti. Malliprojekti on rTampuurissa.

# 6 Perussäätösuunnittelu

## 6.1 Perussäätö ja prosessin perustaminen rTampuriin

Lämmitysverkoston perussäätö on menetelmä, jolla ehkäistään turhaa lämmitysenergian kulutusta sekä yli- ja alilämpöä kiinteistössä. Tavoitteena on mitoittaa verkosto siten, että lämpö kiertää jokaisessa lämmönluovuttimessa ja että huonelämpötilat poikkeavat enintään yhdellä asteella optimaalisesta lämpötilasta. Olemassa olevasta lämmitysverkostosta uusitaan linjasäätöventtiilit sekä patteriventtiilit ja asetetaan niille suunnitelmien mukaiset esisäätöarvot (kuva 11). Lämmityksen tehontarpeesta riippuen lisätään tai poistetaan lämmönluovuttimia. Syynä perussäätöön voi esimerkiksi olla liiallinen kylmyys tai kuumuus huoneistoissa. Tämä johtuu lämmitysverkoston epätasapainoisuudesta tai pattereiden vajaatoiminnasta. (22.)



Kuva 11. Valokuva uusituista patteri- ja linjasäätöventtiileistä valmistajalta IMI Hydronic Engineering.

Perussäätöprosessin kuvaus ja perustaminen rTampuuriin suoritettiin samalla menetelmällä kuin aiemmin kuvattu hankesuunnitteluprosessi.

## 6.2 Perussäätöprosessin kulku ja tehtävät hankkeessa

### 6.2.1 Projektin alku ja lähtötiedot

Perussäätösuunnittelun tilauksen käsittelyn jälkeen projekti perustetaan rTampuuri-järjestelmään. Tarjous käydään läpi tilaajan kanssa ja selvitetään, onko vanhoja lämpöjohtopiirustuksia olemassa kiinteistöstä. Lisäksi käsitellään tilaajan kanssa lämmitysverkon toimivuutta ja ongelmia. Mikäli piirustuksia ei ole, järjestetään kiertopäivä kohteessa, jossa tarkastetaan koko lämpöjohtoverkosto ja siihen liittyvät patterit ja komponentit. Ennen kiertoa pidetään suunnittelijoiden välinen sisäinen aloituskokous, jossa käsitellään

kohteen lähtötietoja sekä suunnitteluprosessin aikataulua. Kiinteistötarkastuskiertoa varten laaditaan tarkastuspöytäkirja. Kierrolla selvitetään patterimallit ja mitataan pattereiden koot. Verkosto piirretään pohjapiirustukseen kierron aikana. Tehtävät jaetaan siten, että toinen suunnittelija toimii mittamiehenä ja kertoo toiselle suunnittelijalle, onko patterissa muuta huomioitavaa. Patteri saattaa esimerkiksi olla kaapiston takana niin, että patteriventtiili on vaikeasti vaihdettavissa. Toinen suunnittelijoista toimii piirtäjänä, joka kirjaa patterikoot pohjapiirustukseen. Verkosto voidaan piirtää joko paperille tai tabletilla. Mikäli kiinteistöstä löytyvät vanhat lämpöjohtopiirustukset, tarkistetaan kierron aikana, pitävätkö ne paikkansa pistokokeilla eri tiloista. Lämmönjakohuone ja kellaritilat tarkistetaan aina lähtötiedoista riippumatta. Kierron aikana otetaan riittävä määrä valokuvia huoneistoista ja yleisistä tiloista. (12; 13.)

### 6.2.2 Suunnittelu

Käsin piirretyt lämpöjohtokuvat mallinnetaan ja mitoitetaan AutoCAD (MagiCAD) -suunnitteluohjelmalla. Piirustuksissa tulee esittää vanhat patterimallit ja -koot, uusien patteri- ja säätöventtiilien koot ja esisäätöarvot sekä mahdolliset uudet patterit. Piirustuksiin on myös hyvä merkitä venttiilit, jotka ovat hankalissa paikoissa, jotta urakoitsija pystyy valmistautumaan poikkeuksiin. Piirustuksen lisäksi laaditaan tarvittavat asiakirjat. Tilaajan kanssa käydään läpi piirustukset ja asiakirjat, joita korjataan tarvittaessa. Kun tilaaja on hyväksynyt suunnitelmat, loppuu varsinainen perussäätösuunnittelu. (12; 13.)

### 6.2.3 Valvonta

Tämän jälkeen kilpailutetaan urakoitsija. Urakoitsijoille pidetään urakkaneuvottelut, joista suunnittelijat ja tilaaja yhdessä valitsevat kannattavimman. Perussäätöurakassa haastellaan yleensä kahta urakoitsijaa. Valitun urakoitsijan kanssa allekirjoitetaan urakkasopimus. Urakka käynnistetään aloituskokouksella, johon kaikki osapuolet osallistuvat. Kokouksessa käydään läpi urakka ja aikataulut. (12; 13.)

Urakan aikana pidetään työmaakokouksia urakan edistymisestä. Urakkaa valvovat yleensä suunnittelijat, jotka laativat valvontakierroksilta valvontamuistioita, jotka toimitetaan tilaajalle. Perussäätötyön jälkeen valvoja suorittaa vastaanottotarkastuksen kiinteistössä, jossa tarkistetaan, että työ on suoritettu suunnitelmien mukaisesti. Urakoitsija kor-

jaa mahdolliset puutteet, minkä jälkeen vastaanottotarkastuspöytäkirja liitteineen toimitetaan tilaajalle. Suunnittelija laatii urakasta loppupiiirustukset, jotka arkistoidaan ja toimitetaan tilaajalle. Vastaanoton jälkeen valvoja laatii taloudellisen loppuselvityksen perussäädöstä. (12; 13.)

Taloyhtiön osakkaille lähetetään palautekysely täytettäväksi. Projekti päätetään sisäisellä loppukokouksella ja hankkeen laskutuksella. (12; 13.)

Talvella urakoitsija suorittaa lämpötilamittaukset taloyhtiössä jokaisessa lämmitettävässä tilassa. Suunnittelija analysoi lämpötilat ja suorittaa mahdolliset jatkotoimenpiteet. (12; 13.)

### 6.3 Perussäädössä huomioitavaa

Patteriventtiilimallin valinnalla on merkitystä mitoituksessa. Lämmitysverkoston meno- ja paluulämpötilaeron sekä patterin lämpötehon perusteella valitaan patteriventtiili, joka soveltuu ominaisuuksiltaan verkoston tarkkaan mitoitukseen. (21.)

Kun lasketaan vanhoille pattereille uutta tehoa, on tarkistettava, että käytetään oikean patterimallin tehotaulukkoa sekä muunnetaan teho halutulle huonelämpötilalle ja verkostolämpötiloille. Kun verkosto on mallinnettu MagiCAD-ohjelmalla, on jälkeinpäin hyvä tarkistaa putkikoot. (21.) Väärät putkikoot aiheuttavat painehäviöitä mitoituksessa. Lisäksi on tarkistettava, että venttiilimäärät asiakirjoissa vastaavat venttiilimäärää suunnitelmissa. Komponenttien määrän saa helposti tarkistettua MagiCAD-ohjelmassa "Bill of materials" -valinnalla.

Ennen mallintamista on hyvä tarkistaa, että MagiCADin projektissa on käytössä päivitetty patteriventtiili- ja linjasäätöventtiilimallit. Vanhojen mallien ominaisuudet saattavat erota uusista, mikä voi johtaa vääriin esisäätöarvoihin suunnitelmissa.

## 6.4 Suunnittelijoiden roolit ja aikataulutus

Perussäättösuunnitteluun osallistuu useimmiten kaksi LVI-suunnittelijaa. Suunnittelijat vastaavat yhdessä suunnitelmista, aikataulusta ja rTampuuriin käytöstä. Lämpöverkosto on mitoitettava siten, ettei se aiheuta ääniongelmia huoneistoissa.

Perussäättösuunnittelu kestää yleensä yhdestä viikosta kuukauteen.

## 6.5 Lopputulos

Malliprojekti otettiin heti käyttöön olemassa olevaan hankkeeseen. Koska perussäättöprosessi on itselle ennestään tuttu, sujui prosessikuvaus nopeammin kuin odotin. Prosessikuvaus käytiin kerran läpi kahden LVI-asiantuntijan kanssa. Malliprojekti löytyy rTampuurista.

# 7 VR-sovellus

## 7.1 Suunnitelmien esittämisen kehitys

VR-sovellusta käytetään suunniteltujen tilojen esittämiseen virtuaalitodellisuuden efektinä. Tila näkyy kolmeulotteisena kalusteineen, tekniikkoineen sekä pintaväreineen (kuva 13). Sovellus toimii joko mobiililaitteessa, näytölle heijastettuna tai VR-laseilla. Korjausrakentamisessa sovellusta käytetään suunnittelijoiden laatimien tyyppikylpyhuonevaihtoehtojen esittämiseen tilaajalle hankkeessa. Kylpyhuonekalusteet ovat vaihdettavissa yhden klikkauksen päässä. Tilaa pystyy kohdentamaan ja kääntämään 360 astetta joko kaiseen suuntaan. Kun tila näkyy virtuaalitodellisena, pystytään paremmin keskittymään yksityiskohtiin.

Vanhan mallin mukaan esitetään taloyhtiölle vaihtoehtoisia kalusteita tuotekuvilla (kuva 12).

<div> <div>talokeskus</div> <div>Kaluste-ehdotukset Vesikalusteet</div> </div> <div>Suihkuhanat</div>	
Termostaattisuihkuhana Grohe Grohtherm 2000 Tuotenumero 34464001 Ääniluokka 1	
Termostaattisuihkuhana Oras Optima Tuotenumero 7140 Ääniluokka 1	

Kuva 12. Kaluste-ehdotus vanhan mallin mukaan. Tässä kuvassa esitetään erityyppisiä suihkuhanoja.



Kuva 13. Uusi malli: VR-sovellus.



VR on yleistynyt kiinteistöalalla, myös uudisrakentamisen markkinoinnissa. Kiinteistön rakentamisvaiheessa käytetään hyväksi VR-sovellusta myytävien asuntojen esimarkkinointiin. Asiakkaat pystyvät havainnollistamaan tulevan asunnon, kun he pääsevät liikkumaan asunnossa virtuaalitodellisuudessa ja näkevät sen kolmiulotteisena. Tulevaisuudessa VR esiintyy myös rakennustyömailla. Tavoitteena on korvata työpiirustukset työntekijöiden käyttämällä älylaseilla. (23.)

## 7.2 Kylpyhuonesuunnitelmat VR-sovellusmuotoon

VR-sovellusprosessi alkaa kylpyhuoneen mallintamisella esim. Revit-ohjelmalla. Kylpyhuone mallinnetaan kalusteineen ja huoneen mittasuhteineen. Valmis mallinnus käännetään fbx.-formaattiin, joka sisältää myös tuotetiedot tuotevalmistajilta. VR-sovellukseen soveltuva tiedostomuoto avataan Google Play -kaupasta saatavalla valmiilla VR-sovelluksella. (24.)

## 7.3 Tavoitteet

VR-sovelluksen ideana on antaa mahdollisimman todenmukainen kuva siitä, miltä remontin lopputulos näyttää. Tarkoituksena on myös hankkeen osapuolten kannalta säästää aikaa kalustevaihtoehtojen valinnassa kokouksissa. Sovelluksen uskotaan tuovan modernisuutta suunnitteluun, nykyaikaista teknologiaa hyödyntäen. Taloyhtiön jäsenet pääsevät tutustumaan suunnitelmiin ja näkemään valmista lopputulosta jo suunnitteluvaiheessa.

# 8 Referenssikohteet

## 8.1 Taloyhtiö 1

### 8.1.1 Yleistä

Taloyhtiö 1 on vuonna 1963 rakennettu Helsingissä sijaitseva kerrostalo. Talokeskus laati hankesuunnitelman taloyhtiölle syksyllä 2017. Kohteeseen päätettiin aloittaa linjasaneeraussuunnittelu. Toteutussuunnitteluvaihe alkoi vuodenvaihteessa.

Projekti on Talokeskuksen linjasaneerausyksikössä opinnäytetyön testihanke, joka ajetaan rTampuuri-järjestelmään. Projektissa käytetään myös verkkolevyasemaa, koska rTampuuri on vielä prototyyppi. Tavoitteena on oppia käyttämään järjestelmää, hyödyntäen sitä hankkeessa. Lisäksi annetaan palautetta käyttökokemuksen perusteella.

#### 8.1.2 Linjasaneeraussuunnitteluprosessin kokeilu rTampuurissa

Olin vastuussa rTampuurin käytöstä hankkeessa. Opinnäytetyön aikana hanke eteni linjasaneerauksessa SUK2 ja SUK3 väliseen aikaan. Hankkeesta suoritettiin noin 60 % tehtävistä. Hankkeessa jäljellä oleviin tehtäviin kuuluu suunnitelmien viimeistely ja niiden yhteensovittaminen suunnittelijoiden kesken, suunnitelmien toimittaminen tilaajalle, SUK3, rakennusluvan hakeminen sekä osakaskysely.

#### 8.1.3 Mobiilisovelluksen käyttö kohteessa

Mobiilisovelluksen pilotointi toimi hyvin. rTampuurin tehtäväluetteloa pystyi päivittämään olematta tietokoneen äärellä. Viestintäominaisuus on kehitteillä, ja sen avulla pystytään kommunikoimaan eri osapuolten välillä ja lähettämään esimerkiksi kiinteistökäynnillä tarvittavia tiedostoja suunnittelijoiden välillä, heidän ollessa erillään.

#### 8.1.4 Tulokset

rTampuurin käyttö sujui odotuksien mukaisesti. Yhteenvetosivulla pystyi kätevästi seuraamaan hankkeen etenemistä ja osapuolten suorittamien tehtävien määrää. Tehtäväluettelosta käy ilmi, kuka on tehnyt mitäkin ja mitä tehtäviä on vielä tekemättä. Näkemällä tehtävien määrääjän pystyi helposti suunnittelemaan omaa aikataulua. rTampuuri pyritään ottamaan käyttöön kaikissa tulevilla hankkeissa.

### 8.2 Taloyhtiö 2

#### 8.2.1 Yleistä

Taloyhtiö 2 on Helsingissä sijaitseva 7-kerroksinen kerrostalo. Taloyhtiö on rakennettu vuonna 1958. Vesijohdot ja viemärit ovat pääsääntöisesti alkuperäisiä rakennuksessa. Talokeskus käynnisti linjasaneeraussuunnittelun kohteeseen vuodenvaihteessa.

Projekti on ensimmäinen Talokeskuksen linjasaneerausyksikössä, jossa kokeillaan VR-sovelluksen käyttöä. Tarkoituksena on esitellä suunnittelukokouksessa taloyhtiölle tyyppikylpyhuonevaihtoehdot mobiilisovelluksen avulla.

### 8.2.2 VR-sovelluksen käyttö kohteessa

Hankkeessa järjestetään ensimmäinen suunnittelukokous Talokeskuksen tiloissa. Tilaa jalle näytetään kaksi tyyppikylpyhuonevaihtoehtoa, joista valitaan toinen. Suunnittelija yhdistää älypuhelimien bluetooth-yhteydellä TV-näytölle, johon ilmestyy älypuhelimella ohjattava VR-sovellus. Suunnittelija pystyy liikuttamaan kylpyhuonetta eri kulmiin ja vaihtamaan kylpyhuoneessa olevia kalusteita. Tilaajan jäsenet saavat halutessaan myös itse ohjata sovellusta.

### 8.2.3 Tulokset ja vertailu vanhaan malliin

Linjasaneeraussuunnittelun ensimmäinen suunnittelukokous pidettiin suunnittelijoiden ja taloyhtiötä edustavien jäsenten kesken. Suunnittelijat esittivät tyyppikylpyhuonevaihtoehdot tilaajalle VR-sovelluksella. Esityksen jälkeen taloyhtiön jäsenet antoivat positiivista palautetta esitysmuodosta ja totesivat, että sovelluksen avulla pystyy havainnollistamaan, miltä kylpyhuone näyttää remontin jälkeen. Positiivista on myös se, että kylpyhuonekalusteiden mittasuhteet käyvät ilmi sekä nähdään, miltä kalusteiden kytkentäjohtot näyttävät pinnassa. Kehitysidea sovellukselle oli se, että pystyttäisiin määrittämään tehosteseinä kylpyhuoneessa. Taloyhtiön jäsenten mielestä sovelluksen käyttöä kannattaa jatkaa. (25.)

Mielestäni VR-sovelluksen käyttö on nykypäivää ja tehokkaampaa kuin tuote-esittely kuvilla. Modernit työkalut kuuluvat suunnitteluun sekä suunnittelijoiden että tilaajan eduksi. Hyvän palautteen takia Talokeskus käyttää VR-sovellusta suunnittelussa myös jatkossa.

## 9 rTampuuri-järjestelmän kehitysideat

rTampuuri-järjestelmää kokeillessa, kirjasin kehitysideoita järjestelmän toiminnasta. Haastattelin myös suunnittelijoita, jotka antoivat palautetta rTampuurista.

Haastateltava suunnittelija oli sitä mieltä, että järjestelmässä olisi hyvä paluu-näppäin. Kun tehtävää on muokattu, paluu-näppäimellä pääsisi takaisin tehtäväluetteloon siihen kohtaan, mihin jäi ennen kyseisen tehtävän valitsemista. (21.) Tehtäviä on monta, ja välillä niitä suoritetaan samaan aikaan, minkä takia olisi hyvä pystyä muuttamaan tehtävien statuksia samaan aikaan. Ulkonäön parantamiseksi alatehtävät tulisi selkeämmin erottaa päätehtävistä, esimerkiksi eri fontilla tai etumerkillä. Tehtävien vastuuhenkilöt näkyvät aikajanalla nimikirjaimilla, mutta vain jos tehtävän aikajanaviiva on tarpeeksi pitkä (21.). Nimikirjaimien näkyvyys tulisi korostaa niin, että ne selkeästi näkyvät laittamalla ne esimerkiksi tehtävänimen perään. Tehtävälista olisi myös hyvä saada näkymään kalenterimuodossa. Malliprojektissa näkyvät tehtävien aikataulut ovat alustavia, joita tullaan todennäköisesti muokkaamaan. Niiden aikataulujen, joita ei ole vielä muokattu, tulisi erottua niistä, jotka on vahvistettu. Tämä onnistuisi esimerkiksi eräänlaisella aikataulun vahvistus -näppäimellä tehtävänimikkeen perässä. Suunnittelijan hyväksi projektin tehtävistä pitäisi tulla ilmoitus esimerkiksi sähköpostiin, kun on tehtävän suorituksen aika. Liitteiden lataaminen tehtävään sujuu nopeasti, mutta liitemäärä on rajoitettu kymmeneen. Esimerkiksi valokuvia on yleensä toistasataa, joten ne olisi hyvä saada ladattua järjestelmään yhdellä kerralla. MagiCAD-ohjelmassa dwg-tiedostot sisältävät polkuviitauksia muihin tiedostoihin, joita ei pysty määrittämään pilvipalvelussa.

## 10 Yhteenveto

Korjausrakentamisen kasvu nousee Suomessa. Suunnittelun tehostamiseksi ja laadun parantamiseksi hankkeissa tarvitaan hyvät työkalut. Opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää olemassa olevat suunnitteluprosessit ja kuvata ne uudessa projektinhallintajärjestelmässä. Työssä pyrittiin yhtenäistämään, selkeyttämään ja nopeuttamaan yrityksen prosessit. Lisäksi kokeiltiin uusien järjestelmien ja työkalujen toimivuutta käynnissä olevissa hankkeissa. Tuloksena syntyi valmis runko kolmelle linjasaneeraushankkeen osa-suunnitteluprosessille. Työn aikana tuli tutuksi eri hankekohtaiset prosessit ja niissä tärkeää huomioitavaa.

rTampuuri-projektinhallintajärjestelmän kehitys ja sen integrointi yrityksen muihin järjestelmiin seurannan ja raportoinnin osalta jatkuu. Seuraava tärkeä osa kehitystä on henkilöstön töiden resursointi projektinhallintajärjestelmässä. Jatkossa tullaan lisäämään uu-

sia prosesseja kuten putkiston kuntotutkimusta ja uusien energiamuotojen hyödyntämistä. Suunnittelijat ovat päässeet tutustumaan järjestelmään ja käyttämään sitä hankkeissa. Opinnäytetyön aikana kehitetyt malliprojektit on otettu käyttöön hankkeissa.

## Lähteet

- 1 Autodesk - Yleiskatsaus. 2018. Verkkoaineisto. <[www.autodesk.fi/products/dwg/](http://www.autodesk.fi/products/dwg/)>. Luettu 9.2.2018.
- 2 Helsingin ARSKA-palvelu. 2018. Verkkoaineisto. <[asiointi.hel.fi/arska/](http://asiointi.hel.fi/arska/)>. Luettu 28.2.2018.
- 3 Esitysmateriaali. 2.6.2017. Video-esitys. Verkkoaineisto. Talokeskus. Katsottu 29.1.2018.
- 4 Yleistä tietoa yrityksestä. 13.1.2014. Verkkoaineisto. Talokeskus. <[intra.talokeskus.fi/talokeskus/](http://intra.talokeskus.fi/talokeskus/)>. Luettu 23.3.2018.
- 5 Historia. 13.1.2014. Verkkoaineisto. Talokeskus. <[intra.talokeskus.fi/talokeskus/historia/](http://intra.talokeskus.fi/talokeskus/historia/)>. Luettu 23.3.2018.
- 6 Tampuuri. 13.6.2017. Verkkoaineisto. Talokeskus. <[intra.talokeskus.fi/palvelutjatuotteet/yleisiaohjeita/tampuuri/](http://intra.talokeskus.fi/palvelutjatuotteet/yleisiaohjeita/tampuuri/)>. Luettu 23.3.2018.
- 7 Määräykset ja ohjeet uudistuvat monella rintamalla. 4.10.2017. Verkkoaineisto. Äyräväinen. <[www.ayravainen.fi/2017/10/maaraykset-ja-ohjeet-uudistuvat-monella-rintamalla/](http://www.ayravainen.fi/2017/10/maaraykset-ja-ohjeet-uudistuvat-monella-rintamalla/)>. Luettu 7.3.2018.
- 8 Heikkilä, Jari. 2018. Yksikönpäällikkö. Suomen Talokeskus Oy, Helsinki. Haastattelu 23.2.2018.
- 9 Rakennuttamisen tiedonhallinta uusiin sfääreihin. 30.6.2016. Verkkoaineisto. Talokeskus. <[www.talokeskus.fi/uutiset/4771/](http://www.talokeskus.fi/uutiset/4771/)>. Luettu 29.1.2018.
- 10 Kuka maksaa tehottomuuden – Rakennuttamisen tiedot haltuun. 20.1.2017. Verkkoaineisto. Talokeskus. <[blog.talokeskus.fi/2017/01/20/kuka-maksaa-tehottomuuden-rakennuttamisen-tiedot-haltuun/](http://blog.talokeskus.fi/2017/01/20/kuka-maksaa-tehottomuuden-rakennuttamisen-tiedot-haltuun/)>. Luettu 15.3.2018.
- 11 Hankesuunnittelu. 5.9.2016. Verkkoaineisto. Talokeskus. <[intra.talokeskus.fi/palvelutjatuotteet/rakentamispalvelut/hankesuunnittelu/](http://intra.talokeskus.fi/palvelutjatuotteet/rakentamispalvelut/hankesuunnittelu/)>. Luettu 5.3.2018.
- 12 Heikkilä, Jari. 2018. Yksikönpäällikkö. Suomen Talokeskus Oy, Helsinki. Haastattelu 8.3.2018.
- 13 Linnavuori, Sakari. 2018. Suunnittelupäällikkö (LVI). Suomen Talokeskus Oy, Helsinki. Haastattelu 8.3.2018.
- 14 Heikkilä, Arto. 2018. Suunnittelupäällikkö (Sähkö). Suomen Talokeskus Oy, Helsinki. Haastattelu 23.2.2018.

- 15 MRL 3:13.1. 2017. Maankäyttö ja rakennuslaki. Finlex
- 16 MRL 2:8.1. 2017. Maankäyttö ja rakennuslaki. Finlex
- 17 Piironen, Jouni. 2018. Arkkitehti, Suomen Talokeskus Oy, Helsinki. Haastattelu 21.3.2018.
- 18 Laiteuusinta. 2018. Verkkoaineisto. Helen Oy. <[www.helen.fi/lampo/nykyiset-asiakkaat/laiteuusinta/](http://www.helen.fi/lampo/nykyiset-asiakkaat/laiteuusinta/)>. Luettu 8.3.2018.
- 19 Kaukolämmön lämmönjakolaitteiden uusinta. 2011. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.com/countries/fi/SiteCollectionDocuments/Kauko-lampo/Kaukol%C3%A4mm%C3%B6n%20l%C3%A4mm%C3%B6njakolaitteiden%20uusinta.pdf>>. Luettu 8.3.2018.
- 20 Julkaisu K1. Määräykset ja ohjeet. Rakennusten kaukolämmitys. 2013.
- 21 Torvinen, Timo. 2018. LVI-insinööri (AMK). Suomen Talokeskus Oy. Haastattelu 6.3.2018.
- 22 Patteriverkoston perussäätö. 30.8.2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiöt/patteriverkoston\\_perussaato/](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiöt/patteriverkoston_perussaato/)>. Luettu 1.3.2018.
- 23 Romo, Ilkka. Rakentaminen on siirtynyt digiaikaan. Blogikirjoitus. Helsinki: KIRA Digi. Luettu 3.4.2018.
- 24 Kinnunen, Susanna. 2018. Arkkitehti, pääsuunnittelija. Suomen Talokeskus Oy. Haastattelu 12.2.2018.
- 25 Hankkeen suunnittelukokous. 2018. Helsinki: Suomen Talokeskus Oy. 26.1.2018.